

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-111852

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H04N 1/60
G06T 1/00
H04N 1/46
H04N 5/76
H04N 9/79

(21)Application number : 11-286703

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 07.10.1999

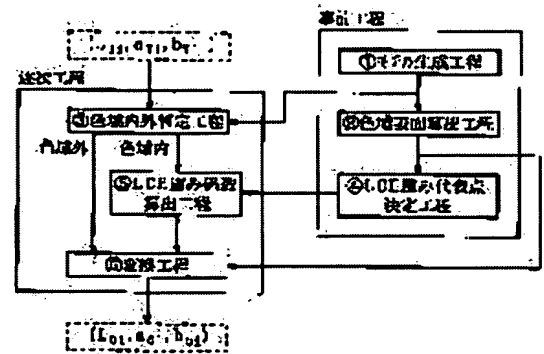
(72)Inventor : KOKATSU HITOSHI
HAYASHI KANAKO
HIBI YOSHIHARU

(54) COLOR IMAGE PROCESSING METHOD AND COLOR IMAGE PROCESSING DEVICE, COLOR CONVERSION COEFFICIENT GENERATING METHOD AND COLOR CONVERSION COEFFICIENT GENERATOR, RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a color image processing method and a color image processing device that can preferably and excellently convert a color gamut.

SOLUTION: According to a device model and an inverse model of a CMYK printer generated in a model generating step (1), a color gamut surface calculation step (2) calculates a surface area (outer shell) of a reproducible color gamut. Then in an LCH weight representative point decision step (4), e.g. a function evaluation method is used to obtain a weight coefficient with respect to the LCH (LCH weight representative point) as to a representative color. After the preparations above, whether or not an optional color signal is within a color gamut of the CMYK printer is decided in a color gamut inside/outside decision step (3), when the color signal is outside of the color gamut, in an LCH weight coefficient calculation step (5), the LCH weight coefficient corresponding to the received color signal is calculated from the LCH weight representative point obtained in the LCH weight representative point decision step (4). Color gamut compression processing is conducted by using the calculated LCH weight coefficient in a conversion step (6).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-111852

(P2001-111852A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 4 N	1/60	H 0 4 N	5/76 E 5 B 0 5 7
G 0 6 T	1/00		1/40 D 5 C 0 5 2
H 0 4 N	1/46	G 0 6 F	15/66 3 1 0 5 C 0 5 5
	5/76	H 0 4 N	1/46 Z 5 C 0 7 7
	9/79		9/79 H 5 C 0 7 9
審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 17 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-286703

(22) 出願日 平成11年10月7日 (1999. 10. 7)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 小勝 斉

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 林 香奈子

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社内

(74) 代理人 100101948

弁理士 柳澤 正夫

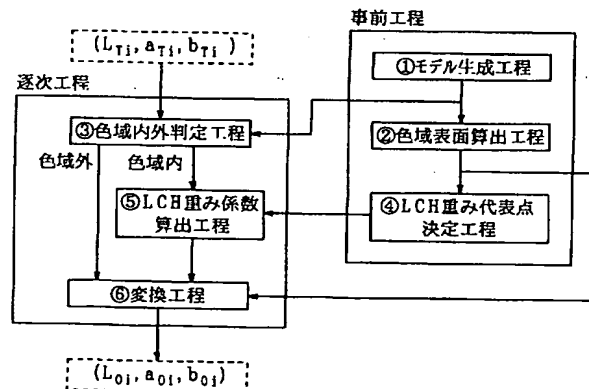
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理方法及びカラー画像処理装置、色変換係数生成方法及び色変換係数生成装置、記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 好ましい良好な色域の変換を行うことができるカラー画像処理方法及びカラー画像処理装置を提供する。

【解決手段】 ①モデル生成工程において生成したCMYKプリンタのデバイスモデル及びインバースモデルに従って、再現可能な色域の表面（外郭）を②色域表面算出工程で算出する。そして④LCH重み代表点決定工程において、例えば官能評価手法により、代表的な色についてLCHに対する重み係数（LCH重み代表点）を求める。このような準備の後、任意の色信号に対して、③色域内外判定工程でCMYKプリンタの色域内か否かを判定し、色域外の場合は、⑤LCH重み係数算出工程において、④LCH重み代表点決定工程で求めたLCH重み代表点から、入力された色信号に対応するLCH重み係数を算出する。算出したLCH重み係数を用い、⑥変換工程において、色域圧縮処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元の第1の色空間における色域から4次元の第2の色空間における色域への変換を行うカラー画像処理方法において、前記第1の色空間の色座標を表す3つの独立変数のうち少なくとも1つの変数に重みを付けるとともに該重みの大きさを少なくとも前記第1の色空間における部分空間ごとに変化させ、該重みを付けた変数を含む3つの独立変数により前記第1の色空間における色域の外郭から前記第2の色空間における色域を前記第1の色空間に変換したときの色域の外郭への距離が最小になる関係を求め、該関係に基づいて前記第1の色空間から前記第2の色空間への変換を行うことを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項2】 前記第1の色空間は、均等知覚色空間であることを特徴とする請求項1に記載のカラー画像処理方法。

【請求項3】 前記第1の色空間から前記第2の色空間への変換は、前記第1の色空間における部分空間により圧縮または伸長または不変を含むことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のカラー画像処理方法。

【請求項4】 前記第1の色空間における色域は、入力機器に依存した入力色信号の色空間を前記第1の色空間へ色変換した場合の色域であることを特徴とする請求項1ないし請求項3に記載のカラー画像処理方法。

【請求項5】 前記第1の色空間における色域は、標準的な第3の色空間における入力色信号を前記第1の色空間へ色変換した場合の色域であることを特徴とする請求項1ないし請求項3に記載のカラー画像処理方法。

【請求項6】 前記第2の色空間における色域は、出力装置において再現可能な色域であることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のカラー画像処理方法。

【請求項7】 前記重みを前記第1の色空間における少なくとも明度に対して付けるとともに、該重みを色相角に応じて変化させることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載のカラー画像処理方法。

【請求項8】 前記関係は、前記第1の色空間における色域中及び色域の外郭上の複数の代表点について予め求めておき、前記第1の色空間の色信号に応じて予め求めておいた複数の前記関係から補間によって前記第2の色空間における色信号を決定することを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載のカラー画像処理方法。

【請求項9】 3次元の第1の色空間における色域から4次元の第2の色空間における色域への変換を行うための色変換係数を生成する色変換係数生成方法において、前記第2の色空間における色域を前記第1の色空間に変換したときの色域の外郭である変換外郭を求め、前記第1の色空間における色域の外郭の色から前記第2の色空間における変換外郭への重み付きの距離が最小になるよ

うに前記第1の色空間の色座標を表す3つの独立変数のうち少なくとも1つの変数に付ける重みを算出しておき、前記第1の色空間における色信号を順次入力し、入力した前記色信号を前記重みに基づいて前記第2の色空間における色信号に変換し、該変換結果と入力した前記色信号とを関係付けることによって順次色変換係数を生成することを特徴とする色変換係数生成方法。

【請求項10】 前記第1の色空間における色信号が入力されると、算出しておいた複数の前記重みから該色信号に対応する重みを算出し、算出した色信号に対応する重みに基づいて前記第2の色空間における色信号に変換することを特徴とする請求項9に記載の色変換係数生成方法。

【請求項11】 前記第1の色空間における色信号を順次入力したとき、入力した前記色信号が前記第2の色空間における色域内か否かを判定し、前記第2の色空間における色域外であるときに前記重みに基づいて前記変換外郭の色に変換することを特徴とする請求項9または請求項10に記載の色変換係数生成方法。

【請求項12】 前記重みは、前記第1の色空間における少なくとも明度に対するものであることを特徴とする請求項9ないし請求項11のいずれか1項に記載の色変換係数生成方法。

【請求項13】 3次元の第1の色空間における色域から4次元の第2の色空間における色域への変換を行うための色変換係数を生成する色変換係数生成装置において、前記第2の色空間における色域を前記第1の色空間に変換したときの色域の外郭である変換外郭を求める色域算出手段と、前記第1の色空間における色域の外郭の色から前記第2の色空間における変換外郭への重み付きの距離が最小になるように前記第1の色空間の色座標を表す3つの独立変数のうち少なくとも1つの変数に付ける重みを算出する重み決定手段と、前記第1の色空間における色信号を順次入力し前記重み決定手段で算出した前記重みに基づいて入力した前記色信号を前記第2の色空間における色信号に変換し該変換結果と入力した前記色信号とを関係付けることによって順次色変換係数を生成する変換手段を有することを特徴とする色変換係数生成装置。

【請求項14】 前記重み決定手段は、官能評価的手法を用いて前記重みを算出することを特徴とする請求項13に記載の色変換係数生成装置。

【請求項15】 さらに、入力された第1の色空間における色信号に対応する重みを前記重み決定手段で算出しておいた複数の前記重みから算出する重み算出手段を有し、前記変換手段は、前記色信号を前記第2の色空間における色信号に変換する際に前記重み算出手段で算出した重みを用いることを特徴とする請求項13または請求項14に記載の色変換係数生成装置。

【請求項16】 さらに、入力された前記第1の色空間

における色信号が前記第 2 の色空間における色域内か否かを判定する色域内外判定手段を有し、前記変換手段は、前記色域内外判定手段で色域外であると判定された色信号について前記重みを用いた変換を行うことを特徴とする請求項 13 ないし請求項 15 のいずれか 1 項に記載の色変換係数生成装置。

【請求項 17】 3 次元の第 1 の色空間における色域の色信号から 4 次元の第 2 の色空間における色域の色信号への変換を行うカラー画像処理装置において、前記第 1 の色空間における色域中及び色域の外郭上の複数の代表点について請求項 13 ないし請求項 16 のいずれか 1 項に記載の色変換係数生成装置によって求められた色変換係数を格納し前記第 1 の色空間における色域の色信号が入力されると 1 ないし複数の色変換係数を出力する変換テーブルと、該変換テーブルから出力される 1 ないし複数の色変換係数に基づいて入力された前記第 1 の色空間における色域の色信号に対応する第 2 の色空間における色域の色信号を算出する出力色信号算出手段を有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 18】 3 次元の第 1 の色空間における色域の色信号から 4 次元の第 2 の色空間における色域の色信号への変換を行うカラー画像処理装置において、前記第 1 の色空間の色座標を表す 3 つの独立変数のうち少なくとも 1 つの変数に重みを付けるとともに該重みの大きさを少なくとも前記第 1 の色空間における部分空間ごとに変化させ該重みを付けた変数を含む 3 つの独立変数により前記第 1 の色空間における色域の外郭から前記第 2 の色空間における色域を前記第 1 の色空間に変換したときの色域の外郭への距離が最小になる関係を代表色について求め前記第 1 の色空間における色域の色信号が入力されると 1 ないし複数の関係を出力する変換テーブルと、該変換テーブルから出力される 1 ないし複数の前記関係に基づいて入力された前記第 1 の色空間における色域の色信号に対応する第 2 の色空間における色域の色信号を算出する出力色信号算出手段を有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 19】 前記重みは、前記第 1 の色空間における少なくとも明度に対するものであることを特徴とする請求項 17 または請求項 18 に記載のカラー画像処理装置。

【請求項 20】 3 次元の第 1 の色空間における色域から 4 次元の第 2 の色空間における色域への変換を行う処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納したコンピュータが読取可能な記憶媒体において、前記第 1 の色空間の色座標を表す 3 つの独立変数のうち少なくとも 1 つの変数に重みを付けるとともに該重みの大きさを少なくとも前記第 1 の色空間における部分空間ごとに変化させ、該重みを付けた変数を含む 3 つの独立変数により前記第 1 の色空間における色域の外郭から前記第 2 の色空間における色域を前記第 1 の色空間に変換したときの

色域の外郭への距離が最小になる関係を求め、該関係に基づいて前記第 1 の色空間から前記第 2 の色空間への変換を行う処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータが読取可能な記憶媒体。

【請求項 21】 3 次元の第 1 の色空間における色域から 4 次元の第 2 の色空間における色域への変換を行うための色変換係数を生成する処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納したコンピュータが読取可能な記憶媒体において、前記第 2 の色空間における色域を前記第 1 の色空間に変換したときの色域の外郭である変換外郭を求め、前記第 1 の色空間における色域の外郭の色から前記第 2 の色空間における変換外郭への重み付きの距離が最小になるように前記第 1 の色空間の色座標を表す 3 つの独立変数のうち少なくとも 1 つの変数に付ける重みを算出しておき、前記第 1 の色空間における色信号を順次入力し、入力した前記色信号を前記重みに基づいて前記第 2 の色空間における色信号に変換し、該変換結果と入力した前記色信号とを関係付けることによって順次色変換係数を生成する処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータが読取可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3 次元の第 1 の色空間における色域から 4 次元の第 2 の色空間における色域への変換を行うカラー画像処理方法、カラー画像処理装置、及び、変換の際の色変換係数を生成する色変換係数生成方法及び色変換係数生成装置と、それらの処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納したコンピュータが読取可能な記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】DTP (Desktop Publishing) システム等の編集システムでは、例えば画像入力装置より得られた画像、あるいは、コンピュータグラフィックスなど生成された画像を CRT (Cathode Ray Tube) などの表示装置上で画像の作成や編集を行ない、最終的なドキュメントをハードコピーの形で記録装置から出力することが行われている。用いられる画像入力装置や、表示装置または記録装置などの出力装置として、各種の装置が開発されている。それぞれの画像入力装置や出力装置は、その特性により、入力あるいは出力可能な色域 (色再現範囲) が異なっている。そのため、例えば表示装置で編集していた色が記録装置では再現できない場合も発生する。このような場合でも記録装置では何らかの色で再現する必要があり、再現可能な色に変換して出力を行っている。

【0003】出力装置へ出力するために入力画像信号を出力画像信号に変換する場合、通常、入力画像信号の属する色空間から出力画像信号の属する色空間への変換

と、色域圧縮と呼ばれる入出力間の色再現範囲の相違を吸収する変換が行われる。典型的な例として、ディスプレイに表示するための標準的な色空間であるsRGB色空間で表現された画像を、シアン(C)、マゼンタ

(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)の4色の色材を用いて画像を形成するCMYKプリンタに出力する場合を考える。CMYKプリンタでは、各色の色材に対応した4つの成分を有するCMYK色空間の色信号を入力とする。そのため、sRGB色空間からCMYK色空間への変換が必要になる。通常は、各種の装置に10 対応するため、sRGB色空間の色信号を、一旦、機器に独立な色信号、例えば1976CIE L*a*b*色空間(以降単にLabまたはLab色空間と表記し、各成分をL、a、bと表記する)などの均等知覚色空間に変換した後、CMYK色空間に変換してCMYKプリンタに出力している。このとき、sRGBでは再現可能な(概ねディスプレイでは再現可能な)色であっても、CMYKプリンタでは再現できない場合がある。このような色に関しては、色空間の変換の際に色域圧縮処理を行って、少なくともCMYKプリンタでは再現できない色について、再現可能な色に変換している。

【0004】色域圧縮処理としては、従来より種々の方法が案出されている。例えば、特開平5-227418号公報に開示されている方法では、明度を圧縮し、次いで色相を変えずに彩度方向に圧縮している。これに類似したものも多いが、基本的に、明度(L)、彩度

(C)、色相(H)からなるLCH色空間で、色相を固定するなどの拘束条件を設定して、幾何学的にマッピングするものである。

【0005】一方、特公平5-48657号公報に記載されている装置では、色域外の色については、色差距離を最小にする色に変換することが開示されている。さらに、特開平10-84487号公報や特開平6-189121号公報に開示されている方法は、基本的には明度、彩度、色相に重みを乗じることにより、より好ましい色に変換するものである。

【0006】上述の色域圧縮は、いかに入力画像中に含まれる再現できない色を出力装置の色域内の色で再現し、かつ、再現された色あるいは再現された画像が官能的に好ましいものであるかが重要である。例えば、黄色等では色相がずれてしまっても純色で再現されたほうが好ましい。また、色差が最小でなくとも、彩度が高めに再現された方が好ましい。このような場合、上述の色差最小、あるいは、LCH空間において幾何学的規則で決定する方法では、必ずしも好適な色域圧縮が行えるわけではない。

【0007】この点で上述の特開平6-189121号公報に開示されている方法では、幾何学的方法、あるいは、一義的な色差最小による色域圧縮ではなく、上述のような好ましい色域圧縮を意図したものである。しかし

ながらこの文献に記載されている方法は、C、M、Yの3色を用いるプリンタの色域のみを取り扱うものである。また、色域内外の判定及び明度、彩度、色相の重みを定義する色空間が、基本的に機器依存のRGB色空間であり、そのために入力色信号に依存した色域の外側については決められないものである。つまり、ディスプレイの色域からCMYプリンタへの色域圧縮に限定した場合はよいが、ICC Profile Format (色変換用の色変換係数の形式の共通フォーマット、すでに、デファクトスタンダードと呼ばれ広く流通している)のような一般に用いられているLabレンジ($0 \leq L^* \leq 100$ 、 $-128 \leq a^* \leq 127$ 、 $-128 \leq b^* \leq 127$ 、以下ICCLabレンジと呼ぶ)に対して、全ての領域で画像出力装置の色再現範囲への色変換を行うには不向きである。

【0008】また、上述の特開平10-84487号公報に開示されている方法は、全色領域で単一のLCH重み係数を用いるものであり、ICCLabレンジ全域での色域圧縮を行うことはできる。しかし単一のLCH重み係数を用いているため、色によっては最適な色域圧縮を行うことができない。また、やはりこの文献においてもCMYプリンタを想定しており、C、M、Y、Kの4色で再現できる色域を有効に使うことは記載されていない。

【0009】さらに別の色域圧縮手法として、例えば特開平10-258548号公報に記載されているように、入力色信号が色再現範囲に対して過明、等明度過彩、過暗のいずれかであることを認識し、さらに、再現色の純色度合い、特に黄色の純色度合いに応じて色域圧縮を行うことも考えられている。特に黄色はCMYKプリンタにおいて高い明度再現が可能であるが、混色による明度低下も大きい。そのため、黄色などの色材色について、良好に再現するものである。しかし、このような色再現については、上述のように再現された色あるいは再現された画像が官能的に好ましいものであることが重要であり、純色度合いに限らず、いずれの色についてもさらに良好に再現されることが望まれていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、好ましい良好な色域の変換を行うことができるカラー画像処理方法及びカラー画像処理装置と、変換の際に用いる色変換係数を生成する色変換係数生成方法及び色変換係数生成装置、及び、それらの処理をコンピュータに実行させるプログラムを格納した記憶媒体を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、3次元の第1の色空間における色域から4次元の第2の色空間における色域への変換を行う際に、第1の色空間の色座標を表す3つの独立変数のうち少なくとも1つの変数に重みを

付けるとともに、重みの大きさを少なくとも第1の色空間における部分空間ごとに变化させる。そして、重みを付けた変数を含む3つの独立変数により、第1の色空間における色域の外郭から、第2の色空間における色域を前記第1の色空間に変換したときの色域の外郭への距離が最小になる関係を求める。この関係から色変換係数を求めることができる。また、この関係に基づいて、第1の色空間から第2の色空間への変換を行うことができる。

【0012】また、上述の関係あるいは色変換係数を第1の色空間における色域中及び色域の外郭上の複数の代表点について予め求めておき、例えばテーブル化しておき、第1の色空間の色信号に応じて予め求めておいた複数の関係あるいは色変換係数から補間によって第2の色空間における色信号を決定することができる。

【0013】3次元の第1の色空間から4次元の第2の色空間への変換を行う場合、第1の色空間における色は、第2の色空間における色に一对一に対応しない。しかし、第1の色空間における色に官能的に対応する第2の色空間の色は存在する。特に色域圧縮を行う場合には、第1の色空間における色が第2の色空間における色域外の場合には、強制的に他の色に変換することになるが、その場合でも官能的に対応する第2の色空間の色に変換することが望ましい。

【0014】本発明では、変換先として4次元の第2の色空間を想定して変換を行うことによって、第2の色空間の色域全体を用いた変換を行うことができる。例えばCMYKプリンタに出力する場合、Kを除くCMY色空間への変換では再現可能な色域を十分に利用できない。

$$\Delta E_i = \{ (L_T - L_{P_i})^2 + (a_T - a_{P_i})^2 + (b_T - b_{P_i})^2 \}^{1/2}$$

…式1

で表される。

【0017】色差最小とは、与えられた点Tに対して、色差 ΔE_i が最も小さくなるような点 P_i を求めることである。このとき、第2の色域の表面上にあるn個の点の数は多い方がより正確になることは言うまでもない。

【0018】このようにすれば、第1の色域から、第2の色域の表面へのマッピングは一意に定まる。ただし、色差最小によるマッピングでは、明度をできるだけ保つ、あるいは、彩度をできるだけ保つ、あるいは、色相をできるだけ保つなどの調整がまったくできない。すなわち、自由度がないことがわかる。

【0019】本発明では、まず、Lab色空間と式1で

$$\Delta C^* i = (a_T^2 + b_T^2)^{1/2} - (a_{P_i}^2 + b_{P_i}^2)^{1/2}$$

$$\Delta H^* i = \{ \Delta E_i^2 - \Delta L_i^2 - \Delta C^* i^2 \}^{1/2}$$

【0021】このようにして求められた ΔL 、 ΔC^* 、 ΔH^* と、重み係数 α 、 β 、 γ を用いて、重み付き色差

$$\Delta w E_i = \{ (\gamma \times \Delta L_i)^2 + (\alpha \times \Delta C^* i)^2 + (\beta \times \Delta H^* i)^2 \}^{1/2} \quad \dots \text{式2}$$

【0022】式2において $\alpha = \beta = \gamma = 1$ であれば式1

4次元のCMYK色空間における色域を対象とすることによってCMYK色空間で再現可能な色域を充分利用して、良好な色変換を行うことができる。

【0015】さらに本発明では、上述のような構成により、第1の色空間の色座標を表す3つの独立変数のうち、少なくとも1つの変数に対して、第1の色空間における部分空間（あるいは色）ごとに重みを付ける。例えば重みを官能評価的手法などによって、第1の色空間における部分空間（あるいは色）ごとに決定しておけば、官能的に好ましい良好な色域の変換を行うことができる。特に色域圧縮においては、明度・彩度・色相のどの成分を重視するかを、部分空間（あるいは色）毎に最適化できる。例えば、棒グラフなどのビジネスグラフと呼ばれるような画像で重要である特性、すなわち、黄色の領域では色相は多少犠牲にしてもよいから彩度を余り落とさずに、また暗い領域では彩度はほどほどで明度を重視して再現するといった要求を、明度・彩度・色相の重み係数の最適値を選択することで満足させることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】まず本発明の概要について説明してゆく。本発明の説明に先立って、色差最小による色域の変換の原理を説明する。色域の変換を行う色空間をLab色空間とし、第1の色域が第2の色域より広いとする。第1の色域に属する点T (L_T , a_T , b_T) が与えられ、第2の色域の表面（外郭）上にあるn個の色のうちのi番目の色のLab値を P_i (L_{P_i} , a_{P_i} , b_{P_i}) とする。色差 ΔE は、

定義される色差 ΔE より導出される、明度の差 (ΔL^*)、メトリッククロマの差 (ΔC^*) と呼ばれる彩度の差、メトリックヒューの差 (ΔH^*) と呼ばれる色相の差に相当する量に変換する。その後、さらに各項に重み係数を掛けることにより、明度をできるだけ保つ、あるいは、彩度をできるだけ保つ、あるいは、色相をできるだけ保つなどの調整を可能としている。

【0020】2点T (L_T , a_T , b_T)、 P_i (L_{P_i} , a_{P_i} , b_{P_i}) 間の色差を ΔE_i 、明度の差 ($L_T - L_{P_i}$) を ΔL_i とすれば、メトリッククロマの差 ($\Delta C^* i$)、メトリックヒューの差 ($\Delta H^* i$) は次のように表される。

を $\Delta w E_i$ で表すと式2となる。但し、 α 、 β 、 γ ともに0以上とする。

と同じで一般に言われている色差である。 $\alpha < \gamma$ かつ β

< γ であれば、相対的に、 ΔL_i の寄与が大きくなり、重み付き色差を最小にすることは明度の誤差を小さくする方向に働く。すなわち、明度をできるだけ保つことになる。 α だけを、少なくとも1よりは大きくし、大きくすればするほど彩度をできるだけ保つ効果が得られる。同様に β だけを大きくすれば色相をできるだけ保つような効果が得られる。その程度は、重み係数 α 、 β 、 γ の大きさを調節することによって制御できる。ただし、その強さは相対的なものであるため、以下の説明では $\gamma = 1$ として説明する。

【0023】重み係数 α 、 β の大きさの最適値は、 $L a b$ 色空間の領域毎に決定することが好ましい。色領域毎に重要とする指標が異なるからである。例えば、黄色領域であれば、彩度が重視され、白や黒の付近では明度・彩度・色相が均等に重視されるなどである。官能的にどのような α 、 β の組み合わせがよいかを決定するには、第1の色域が再現可能な出力装置で $T(L_T, a_T, b_T)$ に相当する色を再現し、 (α, β) を振って、第2の色域に属する複数の色を再現し、最も好ましいものを選択するという官能評価 (Preference Test) を行って決定できる。

$$\alpha_T = \sum (\alpha_j \times (1 / (1 + d_{Tj} / dc))^m) / (\sum (1 / (1 + d_{Tj} / dc))^m) \quad \cdots \text{式3}$$

$$\beta_T = \sum (\beta_j \times (1 / (1 + d_{Tj} / dc))^m) / (\sum (1 / (1 + d_{Tj} / dc))^m) \quad \cdots \text{式4}$$

ここで、 dc と m は常数である。重み付け平均は、代表点が与えられた点 T に近いほどその寄与が高くなる平均化手法である。また、重み付け平均は、外挿にも強く、官能評価で決定できる (現実には存在する画像出力装置で再現できる色域内の色でしか、官能評価はできない) 重み係数をもとに、さらにその外側に存在する色座標の重みを決定する (外挿する) のに好適である。

【0027】このようにして任意の点 $T(L_T, a_T, b_T)$ に対する重み係数 α 、 β を決定した後、上述の式2において求められる重み付き色差 $\Delta w E_i$ が最も小さくなるような点 $P_i(L_{Pi}, a_{Pi}, b_{Pi})$ を求めればよい。これによって重み付きの色域圧縮処理を行うことができる。

【0028】上述の説明では、第1の色域及び第2の色域とも $L a b$ 色空間として説明した。基本的には同じ色空間内で色域圧縮処理を行うが、例えば $C M Y K$ プリントなどのように4次元の色空間の色信号を扱う機器に対して画像を出力する場合、第2の色域は $C M Y K$ 色空間における色域が反映されていなければならない。 $L a b$ 色空間と $C M Y K$ 色空間は1対1には対応しないため、 $C M Y K$ 色空間における色域を $L a b$ 色空間で表現するためには、例えば探索的な手法等を用いて色域を決定する必要がある。

【0029】以下、このような4次元の $C M Y K$ 色空間から3次元の色空間における色域の表面 (外郭) を求

【0024】このような重み係数 α 、 β を、代表的な色領域、例えば、第1の色域の W (白)、 K (黒) と、 R (赤)、 G (緑)、 B (青)、 C (シアン)、 M (マゼンタ)、 Y (イエロー) のもっとも彩度が高い色、及び W 、 K 、 R 、 G 、 B 、 C 、 M 、 Y の中間的な彩度の色などについて求める。

【0025】これらの色について最適な重み係数 α 、 β が求められた後、任意の与えられた点 $T(L_T, a_T, b_T)$ に対する重み係数 α 、 β を決定する。もとより、全ての与えられた点 T に対して前記の官能評価手法によって求められればよいが、相当の数について官能評価手法を行うのは非効率である。従って、既に求められている代表点をもとに、与えられた点 T での重み係数 α 、 β を補間により求める方法が有効である。

【0026】いま、予め最適な重み係数が求められている代表点の座標を $A_j(L_j, a_j, b_j)$ 、その時の重み係数を $w_j(\alpha_j, \beta_j)$ で表し、任意の与えられた点 $T(L_T, a_T, b_T)$ 、求めるべき重み係数を $w_T(\alpha_T, \beta_T)$ とする。また、補間には距離の重み付け平均を用いる。点 A と点 T の距離を d_{Tj} で表すと、以下の式により $w_T(\alpha_T, \beta_T)$ を決定できる。

め、上述のようにして重みを求めてゆく過程について、詳細に説明する。

【0030】図1は、本発明のカラー画像処理方法及び色変換係数生成方法の実施の一形態を示す工程図である。この工程図では、予め行っておく事前工程と、点 $T_i(L_{Ti}, a_{Ti}, b_{Ti})$ が与えられると、色域圧縮した後の点 $O_i(L_{Oi}, a_{Oi}, b_{Oi})$ を逐次算出する逐次工程からなる。事前工程は、①モデル生成工程、②色域表面算出工程、④ $L C H$ 重み代表点決定工程を含んでいる。また逐次工程は、③色域内外判定工程、⑤ $L C H$ 重み係数算出工程、⑥変換工程を含んでいる。以下、各工程について順に説明してゆく。

【0031】①モデル生成工程

ここではまず、デバイスモデルとインバースモデルについて説明する。デバイスモデルとは、機器に依存した色空間から機器に独立な色空間へ変換するものである。 $C R T$ などでは加法混色が成立するので、 $R G B$ 各色ごとのべき乗による非線型変換、または、各色毎の1次元のルックアップテーブル ($L U T$) による非線型変換と、 $C R T$ の $R G B$ 各1色毎での最大発光時の三刺激値に基づくマトリクスにより、デバイスモデルが表されることは広く知られている。これを $C R T$ 加法混色モデルと呼ぶことにする。一方、減法混色系の画像出力装置においては、濃度変調型のプリンタではランバート・ベア則で、面積変調型のプリンタではノイゲバウアー式などで

表すことができることが知られている。

【0032】また、複数の色票を生成し、測色に基づき、デバイスモデルを生成することができる。例えば、特公昭63-32313号公報に公開されているように高次多項式で近似する方法、特開平2-241271号公報に開示されているようにニューラルネットワークで近似する方法等を用いることができる。あるいは、特開平10-262157号公報に開示されているように、複数の色票を生成し、測色に基づき、重み付け平均により予測する方法を用いて、デバイスモデルを生成すること
10 こともできる。これらの高次多項式、ニューラルネットワーク、重み付け平均によるデバイスモデルは、一般に数十から数千の色票数が必要となるものの、デバイスの種類、画像形成（表示）方法に制限がなく、汎用的であるとともに、デバイス毎に適切な色票数を選択すれば、高精度にデバイスモデルを構築することができる。

【0033】以下の説明において、特別のことわりがない

$$(X, Y, Z) = F_{\text{CRT}}(R, G, B) \quad \cdots \text{式5}$$

$$(R, G, B) = F_{\text{CRT}}^{-1}(X, Y, Z) \quad \cdots \text{式6}$$

$$(L, a, b) = F_{\text{PRINT}}(C, M, Y, K) \quad \cdots \text{式7}$$

$$(C, M, Y) = F_{\text{PRINT}}^{-1}(L, a, b, K) \quad \cdots \text{式8}$$

【0035】なお、式5～式8における機器に独立な色信号は、CRTについては三刺激値XYZ、プリンタについては均等知覚色空間Labとして例示している。三刺激値XYZと均等知覚色空間Labの関係はJIS Z8730-1980によって定義されており、光源を決めれば双方向の変換が可能である。もちろん、他の表色系、例えば均等知覚色空間は、Lab色空間の他、L^{*}u^{*}v^{*}、LCHなどを用いてもよい。

【0036】また、3色のCMYプリンタの場合は、式7、式8の右辺においてK=0とするか、Kそのものをなくした場合であって、式7、式8に含まれるものである。この場合、機器に独立な色信号とCMY色空間の関係は、一般に一对一であり、インバースモデルも簡単に解くことができる。

【0037】②色域表面算出工程

上述したデバイスモデルを用いて、色域を表現する方法を述べる。CRTのRGBや、3色のCMYプリンタでは、次の規則に基づいて簡単に色域表面を求めることができる。すなわち、C、M、Yの各色信号値を網点面積率とすると、色域表面上の点（色）は、C、M、Yのうち少なくとも1色は0%または100%であるという規則に着目する。図2は、CMY色空間において色域表面上の点の一例の説明図である。例えばC色に着目すると、C=0%の場合およびC=100%の場合に図2に示すようなC、M、Yの組み合わせが色域表面上の点である。なお図2では説明のため、M、Yの振りは50

$$(C_j, M_j, Y_j) = F_{\text{PRINT}}^{-1}(L_i, a_i, b_i, K_j) \quad \cdots \text{式9}$$

ここで、K_jは点Pが決まる毎に0～100%の範囲で探索し、その都度求まる(C_j, M_j, Y_j, K_j)を

ければ、CRTでは、CRT加法混色モデルをデバイスモデルとして用い、プリンタでは重み付け平均によるデバイスモデルを用いる。

【0034】なお、デバイスの色域内に限れば、CRTでは算術的に逆変換、すなわち、機器に独立な色信号からCRTのRGB色信号への予測が可能である。CMYKプリンタでは、色域内に限っても、一般に逆変換は多義となり解を求めることはできない。しかし、例えば特開平10-262157号公報、あるいは、特開平7-87346号公報に開示されているように、機器に独立な色信号と適当なK（黒）の値を与えることで、逆変換を解くことができる。この逆変換を解くモデルをインバースモデルと呼ぶことにする。CRTのデバイスモデルを式5に、CRTのインバースモデルを式6に、プリンタのデバイスモデルを式7に、プリンタのインバースモデルを式8による形式で表すことにする。

%としている。この振りは細かい方がよい。M色、Y色に関しても同様にしてデータが作成できる。

【0038】このようにして、色域表面の点を表すC、M、Yの組が得られ、このC、M、YをK=0として、式7に代入する。これによって、対応するL、a、bを求めることができる。CRTのRGB色信号についてもR、G、Bの少なくとも1色は、無発光または最高輝度での発光として、まったく同様に色域表面のR、G、Bの組を生成でき、式5によりその時のX、Y、Zを求めることができる。

【0039】さて、4色のCMYKプリンタの場合は、3色プリンタの場合とは異なり、探索による手法を用いないとLab色空間上での色域表面を求めることはできない。図3は、4色のCMYKプリンタにおけるLab色空間上での色域表面を求める方法の一例の説明図である。図3に示すように、CMYKプリンタのLab色空間における色域内の定点Aを起点として、任意のICCLabレンジのへりの点をBとする。この線分AB上の点Cは色域内外の境界である。なお、Lab色空間上の色域は3次元であるが、図3ではその一断面としてL^{*}-a^{*}平面のみを示している。

【0040】さて、点Cを見つけるためには、線分AB上の点をP(L_i, a_i, b_i)として式8を用いてCMYを解く（式9）。ただし、CMYの範囲は0～100%である。

式7に代入して(L_j, a_j, b_j)を求める。求めた(L_j, a_j, b_j)と、目標色である(L_i, a_i,

b_1) との色差を評価することで、点Pが色域内にあるのか外にあるのか分かる。色差が小さければ、色域内と判定できる。例えば、色差0.3以内であれば色域内と判定することができる。

【0041】さて、点P (L_1 , a_1 , b_1) で色域内に属する (C_j , M_j , Y_j , K_j) が複数存在することがあるが、その時は、 K_j が最も大きいものを採用すればよい。この最も大きい K_j を最大墨量と呼ぶことにする。また、効率的な探索を行うには、 K_j を求めるとき、さらに、点Pを移動するときに2分探索を用いるとよい。実際に、 $L a b$ 色空間中にCMYKプリンタの色域を求めるには、点Aを中心に3次的に放射状の線分を多数作成し、その線分毎に色域の境界を求めていけばよい。

【0042】このようにして、CMYプリンタ、CMYKプリンタとも、色域表面の表色系の色座標で表される点の集合が求められる。なお、ここでの説明は表色系に $L a b$ を用いたが、 $L a b$ 以外の表色系であっても同様に色域表面を求めることができる。

【0043】③色域内外判定工程
上述の②色域表面算出工程でも多少色域の内外判定について触れたが、ここでは色域の内外判定方法について詳しく述べる。例えばこの実施の形態を用いて色変換用の3次元テーブルを生成する場合などでは、色域の内外判定を行いながら、与えられた目標色の色座標が想定される出力装置の色域内であればマッピング先を自分自身に

$$(L', a', b') = F_{\text{PRINT}}(C, M, Y, K_{\text{max}}) \quad \dots \text{式10}$$

さらに、式12に示すように、目標色 (L , a , b) とデバイスモデルによって求められた (L' , a' ,

$$\Delta E = \{ (L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2 \}^{1/2} \quad \dots \text{式11}$$

2

式12で求められた ΔE が ε より大きければ色域外と判定することができる。ここで、 ε は色域内外を判定する閾値であって、デバイスモデル、インバースモデルの精度に依存して決めるべきものである。例えば ε を1とすることができる。

【0046】さらに簡易に行う方法として、3次元テーブルを用いる方法が知られている。例えば、特公昭58-16180号公報に開示されている3次元テーブルと補間によって色変換を行う方法を色域内外判定に応用することが可能である。図4は、3次元テーブルで用いる色空間の分割の一例の説明図である。例えば、ICCL $a b$ レンジ内の色空間を、例えば図4に示すように分割し、その格子点に、色域内なら0、色域外なら255といった値を記憶させておく。与えられた $L a b$ (格子点のアドレスに相当する) に対して、近傍の格子点に記憶されている色域内外を示すデータを読み出して補間演算を行い、与えられた $L a b$ に相当する色域内外を示すデータを算出する。算出された色域内外を示すデータと、設定されている閾値 r とを比較することによって、色域

するなど、マッピングを制御するのに色域の内外判定の結果を用いることがある。②色域表面算出工程とは独立に色域の内外判定ができれば、より汎用性は高まる。

【0044】色域の内外判定は、デバイスモデルとインバースモデルを若干変形したものをを用いて以下の手順で行うことができる。与えられた目標色を (L , a , b)、想定する出力装置をCMYKプリンタとして説明する。インバースモデルの変形の考え方を述べると、②色域表面算出工程で述べたように、一般に目標色 (L , a , b) に対して、目標色を満たす (C , M , Y , K) は複数存在することがある。しかし最大墨量 K_{max} はただ1つ存在する、ということに着目すると、式10の形式で記述できる。 (C , M , Y , K_{max}) = $F_{\text{PRINT}}^{-1}(L, a, b)$...式10もとより、式10の関数 F_{PRINT}^{-1} は、前記のごとく多分に探索的手法によるもので、それらを概念的に表現したものである。また、式10は、色域外に属する目標色に対しても、上述の②色域表面算出工程による線分上の探索により、色域表面上の (C , M , Y , K_{max}) を返すような機能を追加している。なお、色域外に属する目標色に対する扱いの変形例として、色差最小、あるいは、LCH重み付き色差最小の色域表面上の (C , M , Y , K_{max}) を返すものであってもよい。

【0045】このようにして求められた (C , M , Y , K_{max}) をデバイスモデルに代入し、式11に示すように (L' , a' , b') を求める。

$$(C, M, Y, K_{\text{max}}) \quad \dots \text{式11}$$

b') の色差 ΔE をとる。

の内外を判定することができる。例えば、閾値 r を128とすると、128よりも算出された色域内外を示すデータが大きければ色域外と判定し、128以下であれば色域内と判定することができる。

【0047】この方法は、予め、3次元テーブルに記憶しておくべき色域内外を示すデータを求めておけば、高速に色域内外判定ができるという利点がある。反面、補間演算は、色域の形状を考慮したものではないため、その判定には、ある程度の誤差が含まれる。3次元テーブルを細かくとることによって、この誤差を小さくできる。基本的には、画像処理時に、画素毎に色域の判定を行う必要がある場合など、高速性が求められるときに有効な方法である。

【0048】④LCH重み代表点決定工程
代表点について、官能評価手法により、LCHに対する重み係数を求める。ここでは、CRTとゼログラフィプリンタの間での好ましいLCHに対する重み係数を求める。図5は、CRTに表示させるソフト色表の信号値の一例の説明図である。図5に示す値は、コンピュータ

に接続されたCRTを発光させるためのRGB値である。ここで行った官能評価は、CRTを設置したブース（CRTブース）、後述する方法でゼログラフィープリンタにより作成したハード色票を例えばD50の蛍光灯光源で照らすことのできるブース（プリントブース）を併置する。そして、両眼隔壁法により、ソフト色票に対して好ましいハード色票を選定するという方法を行った。なお、コンピュータに接続されたCRTは、各種調整が可能なものであり、白色表示の色温度はD50に設定し、白色の輝度は、プリントブースに完全拡散面をお

$$(L_i, a_i, b_i) = F_{\text{CRT}}$$

【0050】次に、②色域表面算出工程で述べた方法により、色域表面の (L_j, a_j, b_j) 、 (C_j, M_j, Y_j, K_j) の対を多数求める。これら、 (L_j, a_j, b_j) 、 (C_j, M_j, Y_j, K_j) の対全てを集合PCGS（Pointsof Color Gamut Surfaceの略）、その要素をPCGS $_j$ と表記することとする。

【0051】図6は、LCH重み係数の組み合わせの一例の説明図である。図6に示すLCH重み全ての場合について、集合PCGSのなかから、式2に従ってLCH重み付き色差 $\Delta w e_i$ が最も小さくなるPCGS $_j$ を求める。色差 $\Delta w e_i$ が最も小さくなるPCGS $_j$ が見つかることは、プリンタで色票を作成するための (C_j, M_j, Y_j, K_j) が求められたことに他ならない。従って、プリンタで印刷すればハード色票を作成することができる。

【0052】図7は、官能評価によって得られたLCH重み係数の一例の説明図である。上述のような官能評価の結果、好ましいLCHに対する重み係数として、例えば図7に示すように得られる。なお、図7の上6色は、図5に示したRGBの組み合わせの色に対応するものである。また“half”と記されている色は、R、G、B、C、Mに対して、中程度の白（グレー）を足したものであり、例えばRhalfは $(R, G, B) = (255, 128, 128)$ である。これらは、中間的な明るい色について、目標色を追加したものである。色空間中でより緻密に好ましいマッピングを得たいのであれば、このように目標色を加えて官能評価によりLCHに対する重み係数を求め、追加すればよい。このようにして、代表的な色におけるLCH重み係数を決定することができた。

【0053】なお、図7に示した11色に加えて、 $(L, a, b) = (100, 0, 0)$ の白(W)、 $(L, a, b) = (0, 0, 0)$ の黒(K)については、どちらもLCH重み係数 $(\alpha, \beta) = (1, 1)$ を追加しておく。白や黒の付近のマッピングは色差最小で充分である。また、この追加するLCH重み係数の色座標は、白であれば紙の白、黒であればプリンタの再現する最高濃度の色座標であってもよい。例えば、 $(L,$

いた場合を想定した輝度に合わせた。このような条件のもとでは、図5に示すRGBの値によるソフト色票は、対象としたゼログラフィープリンタの色域外であった。

【0049】次に、ハード色票の作成方法について説明する。ハード色票を作成するために、その目標色の色座標を算出する。図5の各RGB値を (R_i, G_i, B_i) とすると、目標色 (L_i, a_i, b_i) はCRTのデバイスモデルを用いて算出することができる（式13）。

$$(R_i, G_i, B_i) \cdots \text{式13}$$

$a, b) = (50, 0, 0)$ といった色域内部の点について、適当な重み係数 (α, β) を追加してもよい。以上の追加は、後述する補間演算によるLCH重み係数予測を安定にするためのものである。このようにして、LCHに対する重みを求めたものをLCH重み代表点と呼ぶことにする。

【0054】さらに、プリントする紙が色付いていたり、3色または4色でプリントした最高濃度色が多少色づいていたりした場合は、多少の補正が必要になる場合がある。図8は、LCH重み係数の補正が必要な場合の一例の説明図である。例えば図8に示すように、最大明度 $(L^*$ 最大)のとき、紙の色などによって多少色付き、 L^* 軸からはずれている。また同様に、最小明度 $(L^*$ 最小、最大濃度による印刷時)のとき、色材の色によって L^* 軸からはずれている。このような場合には、図8に示すように直線Pより上の部分および直線Qより下の部分を予め切り取っておくことが好ましい場合がある。例えば、切り取らなかった場合の色差最小でのマッピング例がベクトルM、Nである。

【0055】このように、 L^* 軸と白、黒の頂点が著しくずれてしまう場合は、無彩色が色づいてしまうという不自然なマッピングになってしまう。そのため、図8に示すように上下の部分を切り取っておくことにより、このような不自然なマッピングを防止することができる。なお、図8は、説明の都合上、2次元で行ったが、実際には3次元である。

【0056】図8に示すように色域の上または下を切り取るためには、②色域表面算出工程で述べた方法に、次の過程を追加すれば良い。まず第1に、 L^* 軸とプリンタの色域との交点を求める。この交点の求め方は、白方向、黒方向に L^* 軸上を探索すれば求めることができる。白方向での L^* 軸との交点を L_w 、黒方向での L^* 軸との交点を L_d とする。次に、色域表面の色座標の集合PCGSを作成する際に、 L_w より大きい L に対しては全て L_w とし、 L_d より小さい L は L_d とし、 a, b に関してはそのままとしておけばよい。この操作を色域整形と呼ぶ。なお、LCH重み代表点を官能評価で求めるとき、白、黒の近傍を入れた場合は、事前に色域整形を行っておくことが必要である。

【0057】上述のLCH重み係数の決定方法では、CRTの色域を第1の色域、ゼログラフィープリンタの色域を第2の色域とみなすことができる。このときのマッピングの対応関係について考えてみる。図9は、第1の色域と第2の色域の関係の一例の説明図である。図9では、第1の色域と第2の色域を、 L^* 軸と、ある色相における C^* 軸の2次元断面で模式的に示している。上述の説明では、第2の色域が第1の色域に包含されるものとしていたが、実際には図9に示すように、第2の色域の一部が第1の色域に含まれない場合も存在する。図9において、第2の色域の中であって第1の色域との共通領域を領域A、第2の色域の中であって第1の色域外の領域を領域Bとする。上述のLCH重み係数によるマッピング方法は、第1の色域から第2の色域へのLCH重み係数を用いた最短距離でマッピングする。そのため、図9に示すような場合には、領域Aにマッピングされる部分については色域の圧縮方向に、領域Bにマッピングされる部分については色域の伸長方向にマッピングされることが分かる。

【0058】また、領域Aのように第2の色域が第1の色域に包含される場合は、色域の圧縮しかあり得ない。しかし、領域Bのように第2の色域のうち第1の色域に含まれない部分については、伸長を行わない方が好ましいことがある。例えば忠実な色再現が望まれるような場合がこれに当たる。その場合には、第1の色域と第2の色域の共通領域、すなわち、領域Aを第2の色域とすることで、色域の伸長を行わないマッピングが得られる。

【0059】Lab色空間上での第1の色域と第2の色域の共通領域は、例えば、 $(L, a, b) = (50, 0, 0)$ のような第1の色域と第2の色域の共通領域に属する収束点P0を決めて、収束点P0より、半直線を任意の方向に伸ばす。その半直線と第1の色域外郭との交点P1と、同じく、その半直線と第2の色域外郭との交点P2とを求める。求めた交点P1、P2のうち、収束点P0に近い方を色域外郭のデータPとする。前記半直線をあらゆる方向に向かって引いて、その都度、Pを求めてゆけばよい。これによって、第1の色域と第2の色域の共通領域が求められたことになる。このように、色域の伸長が可能な場合は、実際に伸長を行うか否かの選択が可能である。

【0060】⑤LCH重み係数算出工程

ここでは、色空間中の任意の色座標におけるLCH重み係数を決定する。上述の④LCH重み代表点決定工程で説明したように、図7に示した11色、あるいはそれに加えて白(W)、黒(K)、その他いくつかの色について追加されたLCH重み代表点が求められている。

【0061】Lab色空間中の任意の色座標におけるLCH重み係数を決定するには、LCH重み代表点をもとに、上述の式3、式4を用いて重み付け平均により求めることができる。任意に与えられたLabは $(L_T, a$

$r, b_T)$ に相当し、式3、式4中の d_{ij} は (L_T, a_T, b_T) とLCH重み代表点 (L_j, a_j, b_j) との距離である。また常数 d_c, m としては、例えば $d_c = 40, m = 4$ とすることができる。

【0062】このように、LCH重み代表点との距離に応じたLCH重み計数を用いることによって、代表色の個数は少なくとも色空間中の任意の座標で重み係数が決定できる。また、色空間中の代表色の疎密があつて色空間中の任意の座標で重み係数が決定でき、そして、それらは、どのような方向に対しても重み係数が滑らかに推移する。さらに、外挿適応性が高いために、実際に官能評価ができないような色座標でも重み係数を決定することができる。

【0063】⑥変換工程

上述の④LCH重み係数算出工程において、色空間中の任意の色座標におけるLCH重み係数 (α, β) を決定することができた。このLCH重み係数 (α, β) を用い、例えば上述の式2に適用して、任意の色座標 $T(L_T, a_T, b_T)$ から重み付き色差 $\Delta w E_i$ が最小となる $P_i(L_{Pi}, a_{Pi}, b_{Pi})$ を求めればよい。このようにして、Lab色空間中の任意の色について、4色のCMYKプリンタにおける色域への色域圧縮処理を行うことができる。

【0064】なお変換工程における処理は、例えば③色域内外判定工程において色域内であると判定された場合には、その色座標をそのまま出力し、色域外であると判定された場合にのみ、色域圧縮処理による色変換を行うことができる。

【0065】上述の説明では、LCH重み係数 α 及び β を変化させる例を示した。上述の特殊な例として、 $\alpha = \beta$ として変化させることもできる。すなわち、上述の式2において $\alpha = \beta = 1$ として γ を変化させることと等価である。図10は、設定する明度重み係数 γ と色相角との関係の一例の説明図である。図10では、色相角に応じて明度重み係数 γ を設定する場合の一例を示している。上述のような④LCH重み代表点決定工程における官能評価手法により、明度重み係数 γ を求めることにより、例えば図10に示すように明度重み係数 γ を決定することができる。図10に示す例では、sRGBのCRTとCMYKプリンタの間の色域変換を行う場合を想定している。このとき、緑(G：色相角132°)の明度重み係数 γ を1.5にし、シアン(C：色相角196°)へ向けて明度重み係数 γ を次第に大きくした関数として、明度重み係数 γ が得られた。もちろん、重み係数 α, β を用いる場合には、この関数とは上下が逆の形状の関数として得られる。

【0066】図11は、明度重み係数の変化によるマッピングの変化の一例の説明図である。図11では、CRTの色域とプリンタの色域を、 L^* 軸と、ある色相における C^* 軸の2次元断面で模式的に示している。明度重

み係数 γ を大きくすると、相対的に明度を保存するように、上述の式2における重み付き色差 $\Delta w E_i$ が計算される。そのため、図11において短い破線で示したように明度変化の小さい色へのマッピングが行われる。また、明度重み係数 γ を小さくすると、逆に他の要素、ここでは彩度も考慮したマッピングが行われる。そのため、図11において長い破線で示したようにマッピングされる。

【0067】図10に示した明度重み係数 γ の設定では、上述のように緑の明度重み係数 γ を小さくしている。CRTでは緑(G)や黄(Y)の明度が非常に高いので、明度を保存して色域圧縮を行うと、図11の短い破線で示したように、明度は保存されるものの、彩度が非常に低下してしまう。そのため、明度重み係数 γ を小さくして、ある程度、彩度を確保している。

【0068】ここでは明度重み係数の大小によるマッピングの変化を示したが、上述のように重み係数 α 、 β を独立して変化させる場合には、明度方向及び彩度方向とともに、色相方向にも変化することになる。その変化量は、重み係数 α と β の値の違いが小さければ色相が保存される方向にマッピングされ、 $\alpha = \beta$ であれば図11に示すように色相は変化しない。また、 α と β の値の違いが大きくなれば、色相の変化量も大きくなる。

【0069】図12は、設定する明度重み係数 γ と色相角との関係の別の例の説明図である。図10に示した明度重み係数 γ の変化は一例であり、必ずしも図10に示すように変化するわけではない。また、官能評価のみで決定するほか、人為的に一部を調整することも可能である。例えば図12(A)に示すように、ある特定の色付近において明度重み係数 γ の値を変化させることができる。また、図12(B)に示すように、広い色範囲において明度重み係数 γ の値を変化させてもよい。さらに、例えば図12(C)に示すように、さらに複雑な形状で明度重み係数 γ の値を変化させてもよい。

【0070】また、上述の例では、彩度による明度重み係数 γ の変化は考慮していないが、もちろん、彩度によって明度重み係数 γ を変化させてもよい。なお、重み係数 α 、 β も独立に変化させる場合についても同様である。

【0071】上述のようにして、画像処理時に本発明を直接適用し、入力された色信号に対してLCH重み係数を求め、色域表面のLCH重み係数による重み付き距離最小点を探索することによって、色域圧縮後の色信号を

$$\rho_{P1} = UCR(L_{P1}, a_{P1}, b_{P1})$$

$$K_{P1} = \rho_{P1} \times K_{maxP1}$$

$$(C_{P1}', M_{P1}', Y_{P1}') = F_{PRINT}^{-1}(L_{P1}, a_{P1}, b_{P1}, K_{P1}) \quad \cdots \text{式16}$$

なお、関数UCRは、L*軸(グレー軸)に近いほどUCR率を高く、明度が低くなるに従ってUCR率を高く、などのように予め決められているものである。

得ることができる。しかし、このような処理を、入力された画像信号に対して逐次行うよりも、例えば図4を用いて上述したように予め3次元テーブルを作成しておき、この3次元テーブルを用いて実際の画像を処理すると、より効率的に画像処理を行うことができる。ここでは3次元テーブルの作成方法を説明する。なお、以下に示す3次元テーブルの作成方法では、単純に色域外の入力値(L, a, b)はプリンタの色域表面にマッピングし、色域内に関しては、忠実に再現するものとする。

【0072】図4に示すように、ICCLabレンジを分割し、格子点ごとに上述の色域圧縮処理を行ってゆく。ICCLabレンジの分割は、例えば、各軸8分割することができ、この分割により得られる9代表点で、総計729格子点について、それぞれの色域圧縮後のCMYK色空間による色信号値を取得し、色変換係数として格子点に対応付けて格納する。もちろん、分割数及び格子点数は任意である。

【0073】各格子点毎の処理を説明する。まず、格子点(L_{T1}, a_{T1}, b_{T1})を与え、③色域内外判定工程において色域内外判定を行う。色域の内部であれば、格子点そのものを色域圧縮後のLab色空間における色信号とする。また、色域外であれば、格子点(L_{T1}, a_{T1}, b_{T1})におけるLCH重み係数を⑤LCH重み係数算出工程で求め、そのLCH重み係数による色域表面上の距離最小点(L_{P1}, a_{P1}, b_{P1})を⑥変換工程で見つける。このようにして、各格子点におけるLab色空間での色域圧縮後の色信号が得られる。得られた色信号は、全てプリンタの色域内に圧縮されているので、上述の式10により、(C_{P1}, M_{P1}, Y_{P1}, K_{maxP1})を求めることができる。つまり、ICCLabレンジ全域に対して(C_{P1}, M_{P1}, Y_{P1}, K_{maxP1})が求められたことになる。

【0074】なお、3次元テーブルには、各格子点に対応して格納する色変換係数として、Lab色空間におけるデータ、すなわち格子点(L_{T1}, a_{T1}, b_{T1})そのものまたは距離最小点(L_{P1}, a_{P1}, b_{P1})を格納してもよいし、あるいはCMYK色空間に変換した(C_{P1}, M_{P1}, Y_{P1}, K_{maxP1})を格納してもよい。

【0075】また、UCR(Under Color Removal: 下色除去)を任意に設定したければ、 $0 \leq \rho \leq 1$ となるようなUCR関数 $\rho = UCR(L, a, b)$ を定義して、以下のように(C_{P1}', M_{P1}', Y_{P1}', K_{P1})を決め直せばよい。

$$\cdots \text{式14}$$

$$\cdots \text{式15}$$

【0076】なお、厳密には、色域表面は4色色域で求めているので、3色色域と4色色域の間に属する領域では、式16が求まらない場合がある。この場合は、K_{P1}

を固定して、4色色域上の (L_{P1} , a_{P1} , b_{P1}) から、色差最小などの方法で、(C_{P1}' , M_{P1}' , Y_{P1}') がどの要素も0から100%に収まるような点を探索することにより決定できる。簡易的には、そのような点を K_{max} としておいてもよい。

【0077】上述のカラー画像処理方法及び色変換係数生成方法は、コンピュータプログラムによって実現することが可能である。その場合、そのプログラムおよびそのプログラムが用いるデータなどは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶することも可能である。記憶媒体とは、コンピュータのハードウェア資源に備えられている読取装置に対して、プログラムの記述内容に応じて、磁気、光、電気等のエネルギーの変化状態を引き起こして、それに対応する信号の形式で、読取装置にプログラムの記述内容を伝達できるものである。例えば、磁気ディスク、光ディスク、CD-ROM、コンピュータに内蔵されるメモリ等である。

【0078】図13は、本発明のカラー画像処理装置及び色変換係数生成装置の一例を示すブロック図である。図中、1はモデル生成部、2は色域算出部、3は色域内外判定部、4は重み決定部、5は重み算出部、6は変換部である。各部は図1に示した各工程に対応しており、モデル生成部1は①モデル生成工程を、色域算出部2は②色域表面算出工程を、色域内外判定部3は③色域内外判定工程を、重み決定部4は④LCH重み代表点決定工程を、重み算出部5はLCH重み係数算出工程を、変換部6は⑥変換工程を、それぞれ実現する。

【0079】カラー画像処理装置として用いる場合には、任意の画像信号 (L_{T1} , a_{T1} , b_{T1}) を色域内外判定部3に与え、変換部6から色域圧縮後の色信号

(L_{O1} , a_{O1} , b_{O1}) を得ればよい。

【0080】また、色変換係数生成装置として用いる場合には、作成する3次元テーブルの格子点における色信号 (L_{T1} , a_{T1} , b_{T1}) を順次色域内外判定部3に入力し、変換部6から得られた色域圧縮後の色信号 (L_{O1} , a_{O1} , b_{O1}) あるいはこれをCMYK色空間に変換した色値 (C_{P1} , M_{P1} , Y_{P1} , K_{maxP1}) を各格子点における色変換係数として格納すればよい。なお、各格子点における色変換係数を順次求めるため、添え字 i をインクリメントしてゆく操作も色変換係数生成装置で行って、すべての格子点データが順次得られるように構成してもよい。

【0081】なお、図1より分かるように、①モデル生成工程、②色域表面算出工程、④LCH重み代表点決定工程は事前に行って準備しておくことができる。従って、プリンタなどの出力装置が決まっていれば、事前工程に属する各工程は一度だけ行っておけばよい。そのため、図13において、これらの工程に対応するモデル生成部1、色域算出部2、重み決定部4については、予め実行しておけば装置内に存在しなくてもよい。例えば重

み決定部4で決定される重み代表点のデータをテーブルなどで重み算出部5に供給するようにして構成することもできる。

【0082】図14は、本発明のカラー画像処理装置の別の例を示すブロック図である。図中、11は3次元変換テーブル、12は出力色信号算出部、13は記録部である。3次元変換テーブル11は、上述のような色変換係数生成方法及び色変換係数生成装置を用いて作成した3次元テーブルである。例えば図4に示したようにLab色空間における各格子点について、その格子点に対応するアドレスに色変換係数が格納されている。画像信号が入力されると、その画像信号がアドレスとして3次元変換テーブル11に入力される。これによって、画像信号に近い1ないし複数の格子点の色変換係数が出力色信号算出部12に出力される。

【0083】出力色信号算出部12は、3次元変換テーブル11から出力される1ないし複数の色変換係数を受け取り、入力された画像信号に従って例えば補間演算を行い、入力された画像信号に対応する出力色信号を算出して出力する。なお、3次元変換テーブル11に色変換係数として例えばLab色空間における値が格納されている場合には、CMYK色空間への変換処理も行うとよい。

【0084】このようにして出力色信号算出部12で算出された出力色信号は、記録部13に渡されてC, M, Y, Kの4色、あるいはこの4色から導出されるさらに多数の色を用いて画像を形成することができる。

【0085】図15は、本発明のカラー画像処理装置の実現例を含むシステムを示すブロック図である。図中、21はコンピュータ、22はディスプレイ、23はプリンタA、24はスキャナ、25はネットワーク、26はネットワークプリンタB、27はネットワークプリンタC、28は測色計A、29は測色計Bである。図15に示すシステムでは、コンピュータ21にディスプレイ22、プリンタA23、スキャナ24が画像入出力装置として接続され、また、ネットワーク25を介してネットワークプリンタB26及びネットワークプリンタC27と接続されている。さらにコンピュータ21には、ディスプレイ22の発する色を測色するための測色計A28と、反射物（記録物等）を測色するための測色計B29が接続されている。このシステムは大きく2つの機能を有している。1つは色変換係数を生成するものであり、もう一つは入力された画像を出力装置用実際に色変換する機能である。

【0086】まず、ディスプレイ22に表示された画像をプリンタA23に出力するための色変換係数を生成する場合について説明する。コンピュータ21は、173色のソフト色票をディスプレイに順次表示し、その都度、測色計A28で、その時の測色値を取り込んでいく。ソフト色表は、例えばR, G, B単色で16レベル

ずつの48色と、R、G、B各5レベルの直積125色による173色について作成することができる。もちろん、色数はこれに限らない。

【0087】全てのソフト色表について測色計A28で測色値を取り込んだら、ブラックボックスモデルにて、ディスプレイ22のデバイスモデル及びインバースモデルを作成する。ブラックボックスモデルを用いるのは、ディスプレイがCRTでない場合も想定してのことである。

【0088】デバイスモデルを用いて、ディスプレイ22に依存した色信号の色空間であるRGB色空間から、機器に独立したLab色空間への変換係数を作成する。変換係数は、R、G、Bの各色信号をそれぞれ例えば1次元LUTにより明度がリニアのR'、G'、B'色空間の色信号R'、G'、B'に変換する。そして、この色信号R'、G'、B'を3次元テーブルにてLab色空間の色信号L、a、bに変換する。このように、RGB色空間からLab色空間への変換は、1次元LUTと3次元LUTのセットにより行うことができる。3次元LUTは代表点のみを記憶しておき、その間の値は、近傍の代表点より補間して求める。このとき行う補間処理は基本的に線形であるので、代表点と求めるLab色空間の色信号との間には、線形に近い方が補間誤差を小さくすることができる。そのため、RGB色空間から、一旦、明度がリニアなR'、G'、B'色空間の色信号R'、G'、B'に変換している。なお、3次元テーブルを作る際の、3次元テーブルのサイズ(分割数)や、Labレンジは、例えばオペレータが指示する等により、任意に設定することができる。

【0089】次に、プリンタA23のデバイスモデルとインバースモデルを生成するための手順を述べる。まず、C、M、Y、K各単色階調についてプリンタA23から出力し、ハード色表を得る。このハード色表は、例えばC、M、Y、Kの各色について32色ずつ、計128色について作成することができる。もちろん、色数は任意である。これらのハード色表を作成するためのデータは、予めコンピュータ21にファイルとして記憶させておくことができ、コンピュータ21がプリンタA23にデータを転送してハード色表を作成することができる。

【0090】作成されたハード色表は、測色計B29により測色し、コンピュータ21に取り込む。この測色したデータに基づいて、紙の白の測色値と各階調の測色値の色差(ΔE_{wp} : $\Delta E_{white\ point}$)をとる。そして、プリンタA23のC、M、Y、K(面積変調型のプリンタなら網点面積率、濃度変調型のプリンタなら濃度値の信号)が色差 ΔE_{wp} に対してリニアになるように、C、M、Y、Kの各単色の1次元LUTを設計する。画像を処理するための1次元LUTの入出力の関係は、色差 ΔE_{wp} に対してリニアなCMYK色空

間からプリンタのCMYK色空間への1次元LUTである。これを ΔE_{wp} リニアLUTと呼ぶ。通常、印刷機やプリンタのCMYKによるTRC(Tone Reproduction Curve)において、階調の始めでの飛び(Washout)や高濃度部でのつぶれが発生する。この現象は、電子写真学会年次大会(通算73回)“Japan Hardcopy '94”論文集、P. 182にあるように、インバースモデルを生成する際に都合が悪い。 ΔE_{wp} リニアLUTは、この現象を回避するためと、Labと ΔE_{wp} に対してリニアなCMYKとの間の線形性を高めるのに好適である。

【0091】次に、所定のCMYK色空間の色信号を ΔE_{wp} リニアLUTを通してプリンタA23で印刷し、印刷結果を測色計B29で測色して、その結果をコンピュータ21に取り込む。与えるCMYK色空間の色信号は、例えば予めコンピュータ21にファイルとして記憶しておくことができる。色数としては、例えば928色とすることができる。

【0092】コンピュータ21に取り込んだ測色結果について、プリンタA23のデバイスモデルとインバースモデルが構築できる。変換係数を作るオペレータは、UCR関数を選択あるいはUCR関数を生成するためのパラメータ、テーブルのサイズ(分割数)に関わるパラメータ、Labレンジを決めるためのパラメータ等である。これらのパラメータを入力することにより、LabからCMYKへの変換用の3次元テーブルを作成することができる。

【0093】このようにして、プリンタ用の変換係数はLab色空間から ΔE_{wp} に対してリニアなCMYK色空間への3次元テーブルと、 ΔE_{wp} に対してリニアなCMYK色空間からプリンタのCMYK色空間への1次元LUTのセットが作成される。なお、プリンタの色域外の色について色域圧縮を行うためのLCH重み代表点は、例えば図1における事前工程で求めたものを予め記憶しておき、上述の手順で ΔE_{wp} に対してリニアなCMYK色空間への3次元テーブルを求めている。その際、図1中の事前工程に属する各工程は、プリンタのデバイスモデル、インバースモデルを構築する際に行ない、デバイスモデルなどと一緒に記憶される。そして、採取したデバイスモデル用の色票の測色値が更新されるまで、繰り返し呼び出し使うことができる。厳密には、使用するディスプレイとプリンタの色域は、それぞれの機種、設定条件等により、また同じ機種でも経時変動などによって、その形は異なる。そのため、使用するディスプレイとプリンタにおいて、そのときの状態で官能評価を行い、LCH重み代表点を決定することが好ましい。しかし実用上は、上述のようにディスプレイ及びプリンタを特定してLCH重み代表点を決定したり、あるいは、代表的なディスプレイ(例えばCRT)と、代表的な印字方式、例えば、印刷、銀塩写真、ゼログラフィ

ープリンタ、インクジェットなどでのLCH重み代表点を作成しておいて、プリンタの印字方式に応じて選択することも有効である。

【0094】このようにして、ディスプレイ22に表示するためのRGB信号をLab信号に変換して、このLab信号をプリンタA23のCMYK信号に変換するための色変換係数が作成される。これらの色変換係数はコンピュータ21に記録される。

【0095】次に、実際に画像処理する場合に付いて説明する。オペレータは、ディスプレイのRGB色空間における色信号で構成される画像ファイルと、その画像ファイルが特定のディスプレイ（例えばディスプレイ22）に対するものであるとの指示を、プリンタA23を駆動するためのプリンタドライバに渡す。なお、プリンタドライバは、コンピュータ21内で実行される。プリンタドライバには、予め上述のようにして生成された色変換係数が登録されており、順次色変換を実施し、画像データをプリンタA23に送出して、プリント出力が得られる。この過程で順次行われる色変換は、1次元LUT、3次元LUT、3次元LUT、1次元LUTによって行われる。しかし、途中の2つの3次元LUTは合成が可能であり、実際には、1次元LUT、3次元LUT、1次元LUTで画像処理を行うことができる。

【0096】ここでは、コンピュータ21内のプリンタドライバが色変換を行ったが、例えば、色変換係数と未処理の画像データをプリンタA23に送出して、プリンタA23側で処理を行うことも可能である。また、コンピュータ21で実行されるアプリケーションソフトの中で処理して、CMYKの色信号になった画像データをプリンタドライバに渡す構成も可能である。色変換係数と未処理の画像データをプリンタに送出する場合は、例えばPostScript（商品名）のようなPDL（Page Description Language）により画像データに色変換係数を添付し、一つのファイルとして取り扱ってもよい。

【0097】上述の説明では、ディスプレイ22のRGB色空間の色信号で構成された画像データをプリンタA23で印刷する場合について示した。このほか、例えば図15に示した構成では、同じくディスプレイ22のRGB色空間の色信号で構成された画像データを、ネットワーク25を介してネットワークプリンタB26やネットワークプリンタC27で印刷出力する場合についても同様である。

【0098】もちろん、システム構成は図15に示した構成に限られるものではなく、種々の構成のシステムに

おいて、本発明を適用することが可能である。

【0099】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、入力画像あるいは入力画像の属する3次元の色空間から、4次元の色空間の色信号で画像を再現する出力装置において再現可能な色域への変換を行う際に、色空間の部分空間毎に最適方向（明度方向、彩度方向、色相方向）へ変換を行うことができる。そのため、出力装置から好ましい出力画像を得ることができる。また、テーブル型の色変換係数を生成する場合などにおいては、表色系の色座標としては存在するが現実には存在しないような色まで無理なく、好適な色変換係数を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のカラー画像処理方法及び色変換係数生成方法の実施の一形態を示す工程図である。

【図2】 CMY色空間において色域表面上の点の一例の説明図である。

【図3】 4色のCMYKプリンタにおけるLab色空間上での色域表面を求める方法の一例の説明図である。

【図4】 3次元テーブルで用いる色空間の分割の一例の説明図である。

【図5】 CRTに表示させるソフト色表の信号値の一例の説明図である。

【図6】 LCH重み係数の組み合わせの一例の説明図である。

【図7】 官能評価によって得られたLCH重み係数の一例の説明図である。

【図8】 LCH重み係数の補正が必要な場合の一例の説明図である。

【図9】 第1の色域と第2の色域の関係の一例の説明図である。

【図10】 設定する明度重み係数 γ と色相角との関係の一例の説明図である。

【図11】 明度重み係数の変化によるマッピングの変化の一例の説明図である。

【図12】 設定する明度重み係数 γ と色相角との関係の別の例の説明図である。

【図13】 本発明のカラー画像処理装置及び色変換係数生成装置の一例を示すブロック図である。

【図14】 本発明のカラー画像処理装置の別の例を示すブロック図である。

【図15】 本発明のカラー画像処理装置の実現例を含むシステムを示すブロック図である。

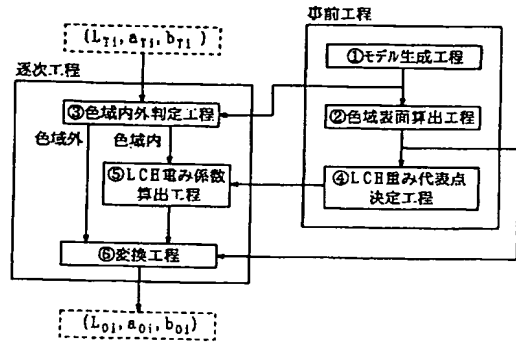
【符号の説明】

1…モデル生成部、2…色域算出部、3…色域内外判定部、4…重み決定部、5…重み算出部、6…変換部、11…3次元変換テーブル、12…出力色信号算出部、13…記録部、21…コンピュータ、22…ディスプレイ、23…プリンタA、24…スキャナ、25…ネット

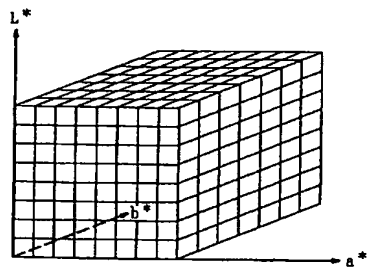
ワーク、26…ネットワークプリンタB、27…ネット

ワークプリンタC、28…測色計A、29…測色計B。

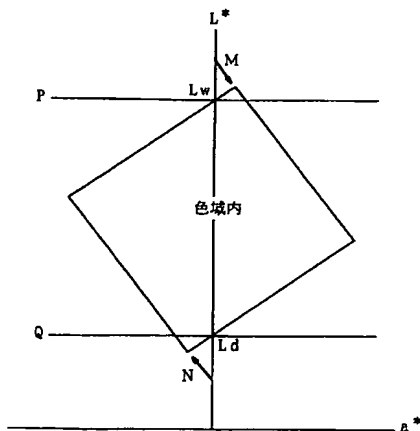
【図1】



【図4】



【図8】



【図2】

C	M	Y
0	0	0
0	0	50
0	0	100
0	50	0
0	50	50
0	50	100
0	100	0
0	100	50
0	100	100
100	0	0
100	0	50
100	0	100
100	50	0
100	50	50
100	50	100
100	100	0
100	100	50
100	100	100

【図5】

Color	R	G	B
R	255	0	0
G	0	255	0
B	0	0	255
C	0	255	255
M	255	0	255
Y	255	255	0

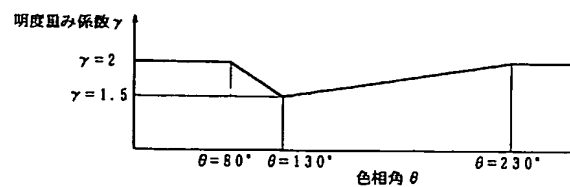
【図6】

α	β
1	1
1	2
1	5
2	1
2	2
2	5
5	1
5	2
5	5
0.5	0.5
0.5	1
0.5	2.5
1	0.5
1	2.5
2.5	0.5
2.5	1
2.5	2.5
0.2	0.2
0.2	0.4
0.2	1
0.4	0.2
0.4	0.4
0.4	1
1	0.2
1	0.4

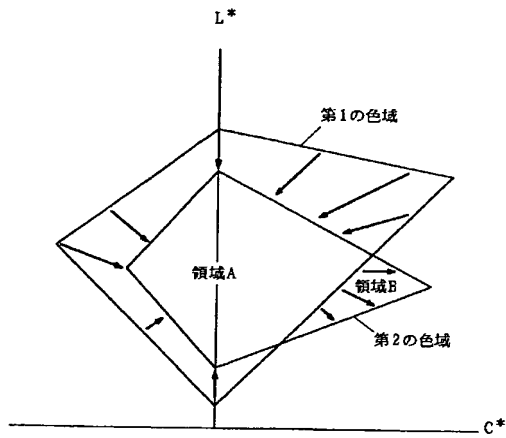
【図7】

Color	α	β
M	1	0.5
R	2	2
G	0.5	2
C	1	0.5
B	1	1
Y	2.5	0.5
M half	2	1
R half	2	1
G half	0.5	1
C half	1	0.5
B half	0.2	0.2

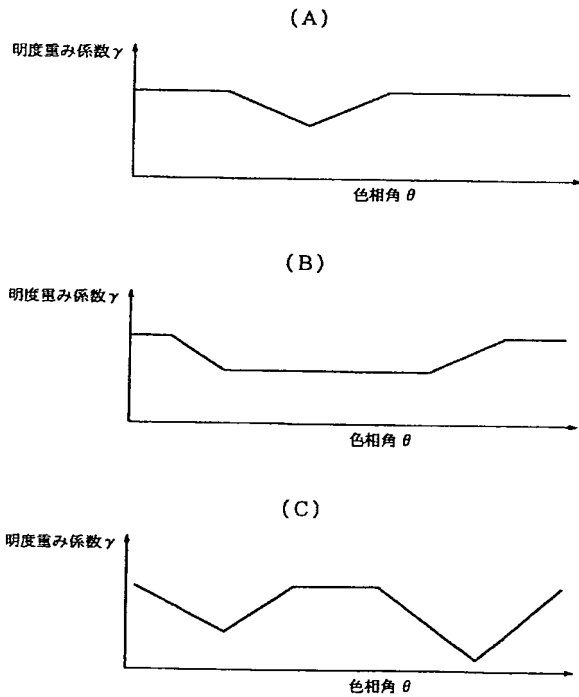
【図10】



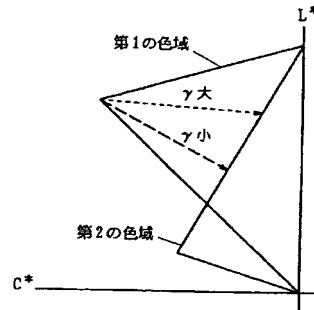
【図9】



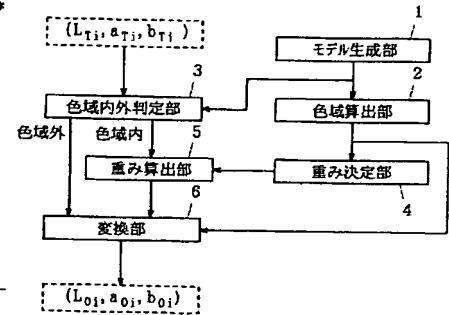
【図12】



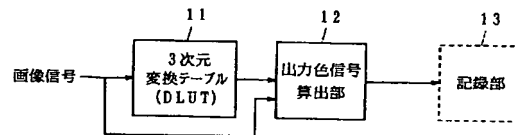
【図11】



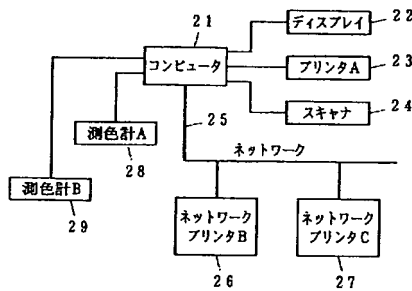
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 日比 吉晴
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

Fターム(参考) 5B057 CA01 CB01 CE18 CH07
5C052 FA03 FB01 FD13
5C055 AA14 BA08 CA16 EA05 EA06
GA09 HA37
5C077 LL19 MP08 PP31 PP32 PP33
PP36 PP37 PP38 PP43 PP47
PQ18 PQ23
5C079 HB01 HB03 HB08 HB11 HB12
LA26 LA28 LB02 MA04 MA11
NA03

THIS PAGE BLANK (USPTO)